

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1389—2020

城镇燃气用聚乙烯管道风险评价技术规范

Technical specification for Risk assessment of Urban gas supply polyethylene (PE)
pipelines

2020 – 09 – 30 发布

2020 – 10 – 30 实施

陕西省市场监督管理局

发 布

目 次

前言.....II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 基本要求..... 2

5 评价过程..... 2

6 评价结果及报告..... 4

附录 A（规范性附录） 城镇燃气用聚乙烯管道风险评价指标体系 5

附录 B（资料性附录） 城镇燃气用聚乙烯管道风险评价数据表..... 16

附录 C（资料性附录） 城镇燃气用聚乙烯管道风险减缓措施..... 23

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由陕西省特种设备检验检测研究院提出。

本标准由陕西省市场监督管理局归口。

本标准起草单位：陕西省特种设备检验检测研究院、中国石油集团石油管工程技术研究院、陕西省石化压力容器检验站、商洛市天然气有限公司、陕西省燃气热力协会、陕西城市燃气产业发展有限公司、西安秦华燃气集团有限公司。

本标准主要起草人：张晓明、王瑜、马卫锋、章建成、郭依帛、王泉生、王珂、翟利军、李商山、党祥祥、陈宏达、党文静、刘峰育、田云祥、侯永志。

本标准由陕西省特种设备检验检测研究院负责解释。

本标准首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西省特种设备检验检测研究院

电话：029—82214606

地址：西安市咸宁西路30号

邮编：710048

城镇燃气用聚乙烯管道风险评价技术规范

1 范围

本标准规定了城镇燃气用聚乙烯管道风险评价的基本要求、评价过程、评价结果及报告等内容。

本标准适用于工作温度在-20℃~40℃，工作压力不大于0.8 MPa，公称外径不大于630 mm的城镇燃气用聚乙烯管道的风险评价。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 15558 燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统

CJJ 63 聚乙烯燃气管道工程技术标准

SY/T 6891.1—2012 油气管道风险评价方法 第1部分：半定量评价法

3 术语和定义

SY/T 6891.1—2012界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

燃气用聚乙烯管道 gas polyethylene (PE) pipelines

由燃气用埋地聚乙烯管材、管件、阀门及附件组成的在用管道系统，以下简称“管道”。

3.2

风险 risk

潜在损失的量度，用失效发生的概率（可能性）和后果的大小来表示。

3.3

风险评价 risk assessment

识别和验证对管道安全运行有不利影响的危害因素，评价失效发生的可能性和后果大小，评定管道风险等级，并提出相应风险减缓措施的过程。

3.4

失效可能性 failure probability

管段发生泄漏事故的可能性大小。

3.5

失效后果 failure consequence

管段发生泄漏事故后造成的人员伤亡、环境损失等不利影响的程度大小。

4 基本要求

- 4.1 管道风险评价时应采集能够有效反映当前管道服役状况的最新数据。
- 4.2 应根据管道服役状况的变化及时进行风险再评价，修正风险减缓措施。
- 4.3 风险评价可由特种设备安全监察机构核准的具有公用管道定期检验资质的机构进行，也可由管道使用单位自行组织评价工作。

5 评价过程

5.1 风险评价流程

管道风险评价的流程见图1。

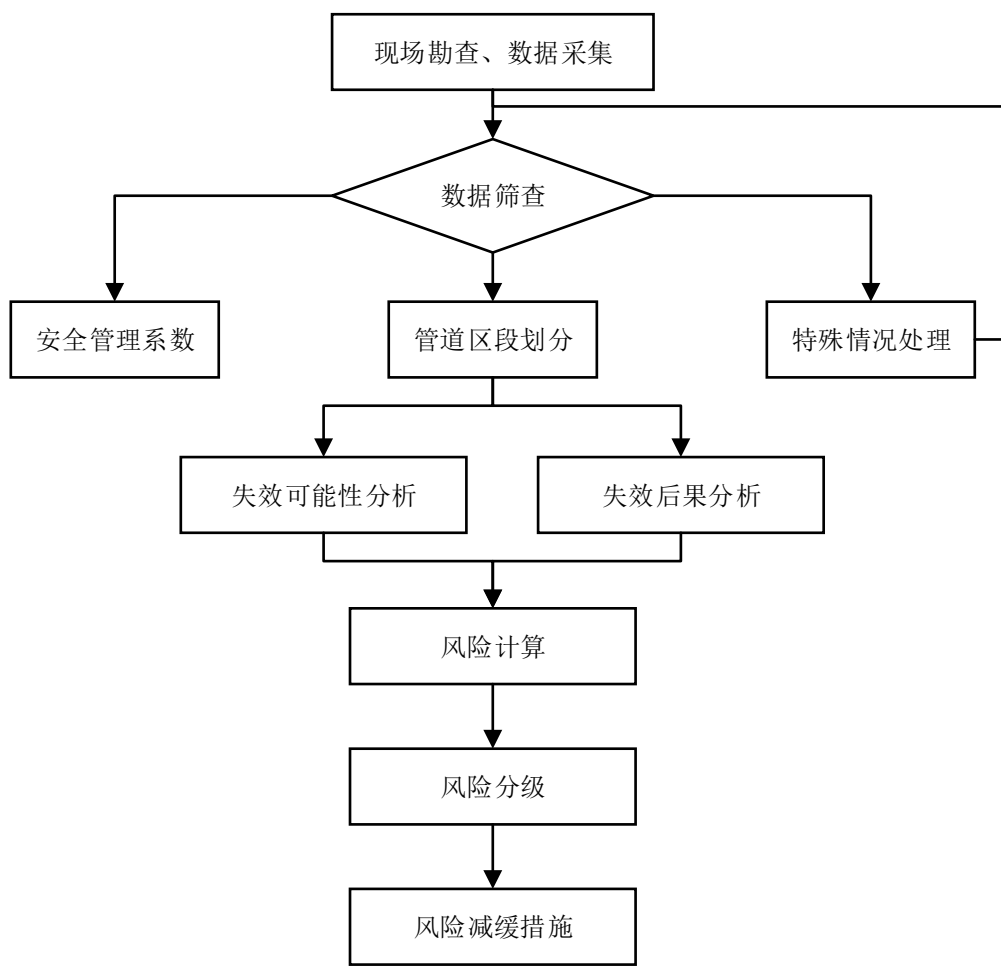


图1 风险评价流程图

5.2 现场勘察、数据采集

风险评价时应核查管道历史资料、运行管理数据、敷设环境情况等服役信息，结合现场巡检及必要的开挖检验情况，完成数据采集。

5.3 数据筛查

风险评价人员应对收集到的数据进行筛查，排除虚假数据。数据筛查中发现有本标准5.5条所列情况的，应先按本标准5.5条要求进行处理。

5.4 管道区段划分

5.4.1 依据管道高后果区、管材、管道规格、压力等级、人口密度、服役时间、敷设方式、地形地貌等关键属性数据，采用相似性原则进行区段划分。

5.4.2 采用人工分段法进行管道区段划分，应以人工走线的方式完成。在关键属性数据发生变化的位置插入分段点，具体区段划分如下：

- a) 当位于高后果区（如学校、医院、国道等）时，应增加分段点；
- b) 当管道敷设方式发生变化时，应增加分段点；
- c) 当管道出现上方活动水平、埋深、占压等变化时，应增加分段点；
- d) 当管道敷设区域有可能发生地质灾害时，应增加分段点；
- e) 风险评价人员认为有必要的其他情况。

5.5 特殊情况处理

5.5.1 如发现管道存在未进行安装监督检验、逾期未进行全面检验等不符合特种设备相关法规政策要求的情况时，使用单位应与管道属地特种设备安全监察部门联系处理。

5.5.2 如发现使用单位安全管理人员未持证等不符合特种设备相关管理规定的情况时，由使用单位制定有效、可行的整改措施，方可重新进入数据筛查流程。

5.5.3 如发现管道存在材质不明、占压等重大安全隐患时，应采取相应的风险减缓措施，方可重新进入数据筛查流程。

5.5.4 如发现管道存在老化、局部变形、焊接方法选用错误、材料存放时间超期等安全隐患时，应首先对问题管段进行合于使用评价（必要时制定修理改造计划），安全隐患问题解决后，方可重新进入数据筛查流程。

5.6 风险计算

按附录A管道风险评价指标体系对每一区段失效可能性（包含安全管理系数）、失效后果进行评价，可按附录B实施，并根据公式（1）计算风险值：

$$R = P \times C \dots\dots\dots (1)$$

式中：
R——风险值；
P——失效可能性评分；
C——失效后果评分。

5.7 风险分级

以风险值的大小对管道的各区段风险等级进行评价，管道风险水平按各区段中的最高风险等级确定，见表1。

表1 管段风险值和风险等级

风险值 R	风险等级
$R \geq 6000$	低
$3500 \leq R < 6000$	中低
$2500 \leq R < 3500$	中
$1500 \leq R < 2500$	中高
$R < 1500$	高

5.8 风险减缓措施

按照管道风险评价等级，结合使用单位安全管理规定，参照附录C提出相关风险缓减措施。

6 评价结果及报告

风险评价工作完成后，应出具管道风险评价报告，主要包括：

- a) 管道基本情况；
- b) 特殊情况处理；
- c) 管道区段划分；
- d) 失效可能性、失效后果分析；
- e) 风险评价结果；
- f) 风险减缓措施建议。

附 录 A
(规范性附录)
城镇燃气用聚乙烯管道风险评价指标体系

A.1 指标体系构成

管道风险评价指标体系包括失效可能性（包含安全管理系数）和失效后果两个指标。

A.2 失效可能性（500 分）

A.2.1 第三方破坏（250分）

A.2.1.1 埋深（10分）

管道埋深按以下评分：

- a) 管道埋深评分为验证前埋深评分与验证系数的乘积；
- b) 验证前埋深根据资料完整性和可靠性进行评分：
 - 1) 资料完整可信，10 分；
 - 2) 资料不完整，3 分～8 分；
 - 3) 无资料，1 分。
- c) 根据开挖检验或阀井检查情况，采用验证系数进行修正。验证系数：
 - 1) 符合规范或设计要求，1.0；
 - 2) 未验证，0.8；
 - 3) 不符合规范或设计要求，0.5。

A.2.1.2 回填质量（10分）

回填质量按以下评分：

- a) 管道回填质量评分为验证前回填质量评分与验证系数的乘积；
- b) 验证前回填质量根据资料完整性和可靠性进行评分：
 - 1) 资料完整可信，10 分；
 - 2) 资料不完整，3 分～8 分；
 - 3) 无资料，1 分。
- c) 根据管道地表沉降、开挖检验中土壤剖面及回填质量检查等情况，采用验证系数进行修正。验证系数：
 - 1) 无尖锐物体接触管壁，且警示带和示踪带敷设符合规定，1.0；
 - 2) 无尖锐物体接触管壁，且警示带或示踪带敷设不符合规定或未验证，0.8；
 - 3) 有尖锐物体接触管壁或存在地表沉降，0.5。

A.2.1.3 地面标志（30分）

地面标志按管道沿线警示标志是否根据设计文件、相关标准的规定设置以及标志的完好程度进行评分：

- a) 标志准确、完整、清晰，30 分；

- b) 标志存在少量字迹不清、轻微破损、少量缺失或个别错误，20 分；
- c) 标志存在多处错误、破损严重、大量缺失，10 分；
- d) 无标志，0 分。

A. 2. 1. 4 管道定位（50分）

管道定位按以下评分：

- a) 管道定位评分为开挖前管道定位评分与开挖验证系数的乘积；
- b) 开挖前，管道定位根据管道定位仪抽样结果或专业勘探获得的管道本体位置信息与地面标志的差别程度进行评分：
 - 1) 管道本体地理位置信息明确，且与其他管道相互距离信息明确，50 分；
 - 2) 管道本体地理位置信息基本明确，且与其他管道相互距离信息基本明确，35 分；
 - 3) 管道本体地理位置信息基本明确，但与其他管道相互距离信息不明，20 分；
 - 4) 管道本体地理位置信息不明，0 分。
- c) 采用开挖验证系数进行修正。开挖验证系数：
 - 1) 管道在地面标志位置 1.5m 范围内，1.0；
 - 2) 管道在地面标志位置 1.5m~2m 范围内或未开挖验证，0.8；
 - 3) 管道在地面标志位置 2m 范围外，0.5。

A. 2. 1. 5 应急预案及演练（20分）

应急预案及演练按以下评分：

- a) 好（如完善的应急预案且按期开展应急演练），20 分；
- b) 一般（如应急预案不健全或未按期开展应急演练），10 分；
- c) 差（无应急预案或未开展过应急演练），0 分。

A. 2. 1. 6 管道上方活动水平(50分)

管道上方活动水平按管道两侧各5 m范围内活动水平以及可能影响到管道的程度进行评分：

- a) 基本无活动（如无人区、无任何施工作业的城区等），50 分；
- b) 低活动水平（如农耕活动等），30 分；
- c) 中等活动水平（如零星的民房建设等），15 分；
- d) 高活动水平（如大规模住宅建设、交通工程、水利工程建设、矿业工程等），0 分。

A. 2. 1. 7 巡线及泄漏检查（50分）

巡线及泄漏检查按以下评分：

- a) 巡线及泄漏检查评分为巡线频率评分、泄漏检查频率评分之和与巡线及泄漏检查效果系数的乘积；
- b) 巡线频率按以下评分：
 - 1) 1 天 1 次巡查，25 分；
 - 2) 2 天 1 次巡查，20 分；
 - 3) 3 天 1 次巡查，15 分；
 - 4) 4 天 1 次巡查，10 分；
 - 5) 5 天 1 次巡查，5 分；
 - 6) 大于 5 天 1 次巡查，0 分。
- c) 泄漏检查频率按以下评分：

- 1) 1 周 1 次泄漏检查, 25 分;
 - 2) 1 月 1 次泄漏检查, 20 分;
 - 3) 1 季度 1 次泄漏检查, 15 分;
 - 4) 半年 1 次泄漏检查, 10 分;
 - 5) 1 年 1 次泄漏检查, 5 分;
 - 6) 大于 1 年 1 次泄漏检查, 0 分。
- d) 根据记录完整性、设备保障水平、人员技能等情况, 采用巡线及泄漏检查效果系数进行修正。
巡线及泄漏检查效果系数:
- 1) 优, 1.0;
 - 2) 良, 0.8;
 - 3) 中, 0.5;
 - 4) 差, 0。

A. 2. 1. 8 公众教育 (10分)

公众教育按管道沿线的公众教育程度及燃气管道的安全宣传情况进行评分:

- a) 好 (公众教育程度高, 宣传到位), 10 分;
- b) 一般 (公众教育程度一般, 或宣传少), 5 分;
- c) 差 (公众教育程度差, 或无宣传), 0 分。

A. 2. 1. 9 政府保护态度 (20分)

根据管道沿线政府对管道的保护态度, 按以下评分:

- a) 积极 (如建立了良好的协作保护机制), 20 分;
- b) 一般 (如与沿线政府很少来往), 10 分;
- c) 差 (如管道沿线经常发生纠纷、破坏管道等情况), 0 分。

A. 2. 2 管道本体固有危害 (150分)

A. 2. 2. 1 管材质量 (30分)

管材质量按以下评分:

- a) 管材质量评分为外观颜色、随机文件的完整性之和与管材历史泄漏系数、开挖验证系数的乘积;
- b) 外观颜色参照 GB 15558 标准给出的原料颜色进行评分:
 - 1) 黄管或橙管, 15 分;
 - 2) 黑管或无法判定, 10 分。
- c) 随机文件的完整性按以下评分:
 - 1) 资料齐全, 可以确定材料, 15 分;
 - 2) 资料不齐全 (包括出厂资料和监督检验证书缺失)、资料矛盾等, 对材料有怀疑, 10 分;
 - 3) 无资料, 不能确认管道材料, 0 分。

注: 监督检验证书对2006年1月1日后生产的聚乙烯管有要求, 对于2006年之前生产的聚乙烯管无要求。

- d) 管材历史泄漏系数按以下取值:
 - 1) 未发生过泄漏, 1.0;
 - 2) 本条管道或同批次材料在使用过程中发生过因材料原因造成的泄漏, 0。
- e) 根据管体表面质量情况采用开挖验证系数进行修正。开挖验证系数:
 - 1) 好, 1.0;

- 2) 一般或未开挖, 0.8;
- 3) 差, 0.5。

A. 2. 2. 2 焊接质量(90分)

A. 2. 2. 2. 1 焊接质量评分为记录检查评分、焊缝历史泄漏系数与开挖验证系数的乘积;

A. 2. 2. 2. 2 记录检查评分为焊工资质评分、焊接工艺评定评分、焊接施焊记录评分及焊接接头质量检测记录评分之和:

- a) 焊工资质按以下评分:
 - 1) 焊工具备资质, 5 分;
 - 2) 焊工无资质, 0 分。
- b) 焊接工艺评定按以下评分:
 - 1) 焊接工艺评定符合, 15 分;
 - 2) 焊接工艺评定不符合, 0 分。
- c) 焊接施焊记录按以下评分:
 - 1) 焊接施焊记录完整、真实, 50 分;
 - 2) 焊接施焊记录不完整, 20 分~40 分;
 - 3) 焊接施焊记录不真实或无记录, 0 分。
- d) 焊接接头质量检测记录按以下评分:
 - 1) 焊接接头质量检测记录完整、真实, 20 分;
 - 2) 焊接接头质量检测记录不完整, 10 分~15 分;
 - 3) 焊接接头质量检测记录不真实或无记录, 0 分。

A. 2. 2. 2. 3 根据管道焊缝历史泄漏的次数进行评分。焊缝历史泄漏系数:

- a) 历史泄漏次数为 0 次, 1.0;
- b) 历史泄漏次数为 1 次, 0.5;
- c) 历史泄漏次数大于 1 次, 0.2。

A. 2. 2. 2. 4 开挖验证系数取热熔对接开挖验证系数与电熔连接开挖验证系数的较小值, 未开挖或开挖处无焊缝时系数取0.8, 开挖后发现焊接方法选用错误时系数取0:

- a) 热熔对接开挖验证系数为表面质量、焊环尺寸、焊环均匀度、卷边中心高度 K 值、错边检查、翻边切除检查及焊口编号之和除以 70 的商:
 - 1) 表面质量按以下评分:
 - 好, 10 分;
 - 一般, 5 分;
 - 差, 0 分。
 - 2) 焊环尺寸按以下评分:
 - 标准范围, 10 分;
 - 偏大或偏小, 0 分。
 - 3) 焊环均匀度按以下评分:
 - 好, 10 分;
 - 一般, 5 分;
 - 差, 0 分。
 - 4) 卷边中心高度 K 值按以下评分:
 - 合格, 10 分;
 - 不合格, 0 分。

- 5) 错边检查按以下评分：
 - 合格，10 分；
 - 不合格，0 分。
- 6) 翻边切除检查按以下评分：
 - 合格，15 分；
 - 不合格，0 分。
- 7) 焊口编号按以下评分：
 - 有效编号，5 分；
 - 无效编号，0 分。
- b) 电熔连接开挖验证系数为表面质量、安装标记线、对正性、刮削痕迹、接缝处熔融物流出、管件观察孔检查及焊口编号之和除以 70 的商：
 - 1) 表面质量按以下评分：
 - 好，10 分；
 - 一般，5 分；
 - 差，0 分。
 - 2) 安装标记线按以下评分：
 - 有，10 分；
 - 无，0 分。
 - 3) 对正性按以下评分：
 - 好，10 分；
 - 一般，5 分；
 - 差，0 分。
 - 4) 刮削痕迹按以下评分：
 - 明显且沿端口圆周分布均匀，10 分；
 - 一般或沿端口圆周分布不均，5 分；
 - 无，0 分。
 - 5) 接缝处熔融物流出按以下评分：
 - 合格，10 分；
 - 不合格，0 分。
 - 6) 管件观察孔检查按以下评分：
 - 合格，15 分；
 - 不合格，0 分。
 - 7) 焊口编号按以下评分：
 - 有效编号，5 分；
 - 无效编号，0 分。

A. 2. 2. 3 占压、净距情况(10分)

根据建（构）筑物与燃气管道的间距，按以下评分：

- a) 占压、净距符合规范或设计要求，10 分；
- b) 占压、净距不符合规范或设计要求，0 分。

A. 2. 2. 4 运行安全裕量(10分)

运行安全裕量为设计压力除以最大正常运行压力的商，按以下评分：

- a) 运行安全裕量大于 2, 10 分;
- b) 运行安全裕量大于 1.5 小于或等于 2, 7 分;
- c) 运行安全裕量大于 1 小于或等于 1.5, 5 分;
- d) 运行安全裕量等于 1, 2 分。

A. 2. 2. 5 设计系数 (10分)

A. 2. 2. 5. 1 设计系数根据CJJ 63, 按公式 (A.1) 进行计算:

$$C = 2 \times MRS / (MOP \times (SDR - 1)) \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

C ——设计系数, 根据公式 (A.1) 计算;

MRS ——最小要求强度, 单位为兆帕 (MPa), PE80 取 8.0 MPa, PE100 取 10.0 MPa;

MOP ——最大操作压力, 单位为兆帕 (MPa), 以 20℃为参考工作温度;

SDR ——标准尺寸比。

表A.1 设计系数 C 值取值表

燃气种类		设计系数 C 值取值
天然气		≥ 2.5
液化石油气	混空气	≥ 4.0
	气态	≥ 6.0
人工煤气	干气	≥ 4.0
	其他	≥ 6.0

A. 2. 2. 5. 2 对比设计系数与表A.1内对应的取值, 按以下评分:

- a) 大于最小要求设计系数, 10 分;
- b) 等于最小要求设计系数, 5 分;
- c) 小于最小要求设计系数, 0 分。

A. 2. 3 与时间有关的危害 (50分)

A. 2. 3. 1 钢塑转换接头腐蚀 (30分)

根据聚乙烯管与钢管连接处的检查情况, 按以下评分:

- a) 管件无腐蚀或不涉及, 30 分;
- b) 未开挖或开挖处无钢塑转换接头, 20 分;
- c) 管件表面轻微腐蚀, 10 分;
- d) 管件严重腐蚀, 0 分。

A. 2. 3. 2 老化 (20分)

老化按以下评分:

- a) 管道老化评分为管道外壁土壤温度评分、污水腐蚀环境评分及服役年限评分之和。
- b) 管道外壁土壤温度按以下评分:
 - 1) 外壁土壤温度不高于设计温度, 7 分;
 - 2) 外壁土壤温度低于 40℃, 但高于设计温度, 3 分;
 - 3) 外壁土壤温度高于 40℃, 0 分。

- c) 污水腐蚀环境按以下评分：
 - 1) 无污水腐蚀环境，7 分；
 - 2) 有污水腐蚀环境，0 分。
- d) 服役年限按以下评分：
 - 1) 服役年限不大于 25 年，6 分；
 - 2) 服役年限大于 25 年，不大于 30 年或设计年限，4 分；
 - 3) 服役年限大于 30 年或设计年限，0 分。

A. 2. 4 误操作（25分）

A. 2. 4. 1 达到MAOP的可能（5分）

达到MAOP的可能按以下评分：

- a) 不可能达到 MAOP，5 分；
- b) 可能达到 MAOP，0 分。

A. 2. 4. 2 安全连锁保护装置（5分）

安全连锁保护装置按以下评分：

- a) 安全连锁保护装置完好，5 分；
- b) 安全连锁保护装置未检测完好性，2 分；
- c) 安全连锁保护装置失效或未设置，0 分。

A. 2. 4. 3 规程和作业文件（5分）

规程和作业文件按以下评分：

- a) 完善，5 分；
- b) 有但不完善，2 分；
- c) 无，0 分。

A. 2. 4. 4 员工及管理层培训（5分）

员工及管理层培训按以下评分：

- a) 员工及管理层培训评分为员工培训评分与管理层培训评分之和；
- b) 员工培训按以下评分：
 - 1) 有员工培训，有上岗证或工作 3 年以上，2.5 分；
 - 2) 无上岗证且工作 3 年以下，0 分。
- c) 管理层培训按以下评分：
 - 1) 有管理人员培训，落实安全责任制，2.5 分；
 - 2) 无管理人员培训，或未落实安全责任制，0 分。

A. 2. 4. 5 健康检查（5分）

健康检查按以下评分：

- a) 有 1 年内员工体检证明，5 分；
- b) 无 1 年内员工体检证明，0 分。

A. 2. 5 服役环境（25分）

A. 2. 5. 1 地形地貌（7分）

地形地貌按以下评分：

- a) 住宅小区，7 分；
- b) 市政道路、公路，5 分；
- c) 村镇、郊区等，3 分。

A. 2. 5. 2 管道敷设方式（6分）

管道敷设方式按以下评分：

- a) 无特殊敷设，6 分；
- b) 穿越，3 分；
- c) 爬坡、切坡、沙土区、季节性河流等特殊敷设，0 分。

A. 2. 5. 3 灾害风险识别及灾害预案情况（6分）

灾害风险识别及灾害预案情况按以下评分：

- a) 使用单位经识别，无发生滑坡、泥石流、沉降等地质灾害的可能性，或可能性小并有相应灾害预案，6 分；
- b) 使用单位经识别，发生滑坡、泥石流、沉降等地质灾害的可能性较大，有相应灾害预案，4 分；
- c) 存在滑坡、泥石流、沉降等地质灾害历史，有相应灾害预案，2 分；
- d) 未经识别或存在地质灾害的可能性而无灾害预案，0 分。

A. 2. 5. 4 深根植物分布（3分）

深根植物植物分布按以下评分：

- a) 管道两侧 0.75m 范围内无深根植物，3 分；
- b) 管道两侧 0.75m 范围内有深根植物，0 分。

A. 2. 5. 5 生物侵蚀（3分）

生物侵蚀按以下评分：

- a) 存在白蚁、老鼠等生物侵蚀可能性较小，3 分；
- b) 存在白蚁、老鼠等生物侵蚀可能性较大，1 分；
- c) 有生物侵蚀，0 分。

A. 2. 6 安全管理系数

A. 2. 6. 1 安全管理系数为评审后的数据除以100的商。

A. 2. 6. 2 评审后的数据为使用单位对燃气管道安全生产标准化工作情况开展自主评定或由第三方单位进行评审，并将评分换算成百分制后的最新数据。

A. 2. 6. 3 若未进行评审，安全管理系数取0.7。

A.3 失效后果（20 分）

A.3.1 泄漏量（10分）

A.3.1.1 泄漏量按管道发生灾难性事故（完全断裂），天然气连续泄漏的气体体积进行计算。管道运行压力大于或等于0.18MPa时，按公式（A.2）计算；运行压力小于0.18MPa时，按公式（A.3）计算。

$$Q = 0.0017 \times A \times P_1 \times t \dots\dots\dots (A.2)$$

$$Q = 0.0075 \times A \times P_1 \times t \sqrt{\left(\frac{P_1}{P_0}\right)^{1.54} \left[1 - \left(\frac{P_1}{P_0}\right)^{0.23}\right]} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：
Q——泄漏量，单位为立方米（m³）；
A——泄漏面积，即管道截面面积，单位为平方米（m²）；
P₁——运行压力，单位为帕（Pa）；
P₀——大气压力，单位为帕（Pa）；
t——泄漏时间，单位为秒（s），计算过程中取 30min，即 1800s。

A.3.1.2 泄漏量按以下评分：

- a) 泄漏量小于或等于 5000m³，10 分；
- b) 泄漏量大于 5000 m³ 且小于或等于 50000m³，8 分；
- c) 泄漏量大于 50000 m³，6 分。

A.3.2 人口密度（10分）

人口密度按以下评分：

- a) 人员活动频率较低区域，10 分；
- b) 人员活动频率较高区域，8 分；
- c) 特殊区域，如商业中心、学校、医院、军事设施、国家文物保护区、铁路、机场、高速公路等，6 分。

A.3.3 扩散系数

扩散系数根据扩散情况，按以下评分：

- a) 扩散到致密性覆盖层，1.0；
- b) 扩散到孔隙性覆盖层，0.8。

A.4 风险计算

A.4.1 失效可能性评分（P）

A.4.1.1 计算公式

根据公式（A.4）计算失效可能性评分：

$$P = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5) \times S \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：
P——失效可能性评分；

- P_1 ——第三方破坏评分，按照公式（A.5）计算；
 P_2 ——管道本体固有危害评分，按照公式（A.6）计算；
 P_3 ——与时间有关的危害评分，按照公式（A.7）计算；
 P_4 ——误操作评分，按照公式（A.8）计算；
 P_5 ——服役环境评分，按照公式（A.9）计算；
 S ——安全管理系数，按照公式（A.10）计算。

A.4.1.2 第三方破坏评分（ P_1 ）

根据公式（A.5）计算第三方破坏评分：

$$P_1 = U_{11} + U_{12} + U_{13} + U_{14} + U_{15} + U_{16} + U_{17} + U_{18} + U_{19} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

- P_1 ——第三方破坏评分；
 U_{11} ——A.2.1.1 评分值；
 U_{12} ——A.2.1.2 评分值；
 U_{13} ——A.2.1.3 评分值；
 U_{14} ——A.2.1.4 评分值；
 U_{15} ——A.2.1.5 评分值；
 U_{16} ——A.2.1.6 评分值；
 U_{17} ——A.2.1.7 评分值；
 U_{18} ——A.2.1.8 评分值；
 U_{19} ——A.2.1.9 评分值。

A.4.1.3 管道本体固有危害评分（ P_2 ）

根据公式（A.6）计算管道本体固有危害评分：

$$P_2 = U_{21} + U_{22} + U_{23} + U_{24} + U_{25} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：

- P_2 ——管道本体固有危害评分；
 U_{21} ——A.2.2.1 评分值；
 U_{22} ——A.2.2.2 评分值；
 U_{23} ——A.2.2.3 评分值；
 U_{24} ——A.2.2.4 评分值；
 U_{25} ——A.2.2.5 评分值。

A.4.1.4 与时间有关的危害评分（ P_3 ）

根据公式（A.7）计算与时间有关的危害评分：

$$P_3 = U_{31} + U_{32} \dots\dots\dots (A.7)$$

式中：

- P_3 ——与时间有关的危害评分；
 U_{31} ——A.2.3.1 评分值；
 U_{32} ——A.2.3.2 评分值。

A. 4. 1. 5 误操作评分 (P₄)

根据公式 (A.8) 计算误操作评分:

$$P_4 = U_{41} + U_{42} + U_{43} + U_{44} + U_{45} \dots\dots\dots (A.8)$$

- 式中:
- P₄——误操作评分;
 - U₄₁——A.2.4.1 评分值;
 - U₄₂——A.2.4.2 评分值;
 - U₄₃——A.2.4.3 评分值;
 - U₄₄——A.2.4.4 评分值;
 - U₄₅——A.2.4.5 评分值。

A. 4. 1. 6 服役环境评分 (P₅)

根据公式 (A.9) 计算服役环境评分:

$$P_5 = U_{51} + U_{52} + U_{53} + U_{54} + U_{55} \dots\dots\dots (A.9)$$

- 式中:
- P₅——服役环境评分;
 - U₅₁——A.2.5.1 评分值;
 - U₅₂——A.2.5.2 评分值;
 - U₅₃——A.2.5.3 评分值;
 - U₅₄——A.2.5.4 评分值;
 - U₅₅——A.2.5.5 评分值。

A. 4. 1. 7 安全管理系数 (S)

根据公式 (A.10) 计算安全管理系数:

$$S = X / 100 \dots\dots\dots (A.10)$$

- 式中:
- S——安全管理系数;
 - X——燃气管道使用单位安全生产标准化工作情况评分换算成百分制后的最新数据。

A. 4. 2 失效后果评分 (C)

根据公式 (A.11) 计算失效后果评分:

$$C = (U_Q + U_h) \times d \dots\dots\dots (A.11)$$

- 式中:
- C——失效后果评分;
 - U_Q——泄漏量评分;
 - U_h——人口密度评分;
 - d——扩散系数。

附 录 B
(资料性附录)
城镇燃气用聚乙烯管道风险评价数据表

B.1 失效可能性数据表

城镇燃气用聚乙烯管道失效可能性数据见表B.1。

表B.1 城镇燃气用聚乙烯管道失效可能性数据表

管道名称		区段编号	
区段长度	m	起点位置	终点位置
第一项 第三方破坏			
序号	指标名称		指标说明及评分
1	埋深	资料完整性和可靠性	<input type="checkbox"/> 资料完整可信 (10 分) <input type="checkbox"/> 资料不完整 (3-8 分), 得分: _____ 分 <input type="checkbox"/> 无资料 (1 分)
		验证系数	<input type="checkbox"/> 符合规范或设计要求 (1.0) <input type="checkbox"/> 未验证 (0.8) <input type="checkbox"/> 不符合规范或设计要求 (0.5)
2	回填质量	资料完整性和可靠性	<input type="checkbox"/> 资料完整可信 (10 分) <input type="checkbox"/> 资料不完整 (3-8 分), 得分: _____ 分 <input type="checkbox"/> 无资料 (1 分)
		验证系数	<input type="checkbox"/> 无尖锐物体接触管壁, 且警示带和示踪带敷设符合规定 (1.0) <input type="checkbox"/> 无尖锐物体接触管壁, 且警示带或示踪带敷设不符合规定或未验证 (0.8) <input type="checkbox"/> 有尖锐物体接触管壁或存在地表沉降 (0.5)
3	地面标志	管道沿线警示标志是否按设计文件、相关标准的规定设置以及标志的完好程度	<input type="checkbox"/> 标志准确、完整、清晰 (30 分) <input type="checkbox"/> 标志存在少量字迹不清、轻微破损、少量缺失或个别错误 (20 分) <input type="checkbox"/> 标志存在多处错误、破损严重、大量缺失 (10 分) <input type="checkbox"/> 无标志 (0 分)
4	管道定位	管道定位仪抽样结果或专业勘探获得的管道本体位置信息与地面标志的差别程度	<input type="checkbox"/> 管道本体地理位置信息明确, 且与其他管道相互距离信息明确 (50 分) <input type="checkbox"/> 管道本体地理位置信息基本明确, 且与其他管道相互距离信息基本明确 (35 分) <input type="checkbox"/> 管道本体地理位置信息基本明确, 但与其他管道相互距离信息不明 (20 分) <input type="checkbox"/> 管道本体地理位置信息不明 (0 分)
		开挖验证系数	<input type="checkbox"/> 开挖位置在 1.5m 范围内 (1.0) <input type="checkbox"/> 开挖位置在 1.5-2.0m 范围内或未开挖验证 (0.8) <input type="checkbox"/> 开挖位置在 2.0m 范围外 (0.5)

表B.1 城镇燃气用聚乙烯管道失效可能性数据表（续）

管道名称				区段编号	
第一项 第三方破坏					
序号	指标名称			指标说明及评分	
5	应急预案及演练			<input type="checkbox"/> 好：完善的应急预案且按期开展应急演练（20 分） <input type="checkbox"/> 一般：应急预案不健全或未按期开展应急演练（10 分） <input type="checkbox"/> 差：无应急预案或未开展过应急演练（0 分）	
6	管道上方活动水平	管道两侧各 5m 范围内活动水平以及可能影响到管道的程度		<input type="checkbox"/> 基本无活动：无人区、无任何施工作业的城区等（50 分）。 <input type="checkbox"/> 低活动水平：农耕活动等（30 分） <input type="checkbox"/> 中等活动水平：零星的民房建设等（15 分） <input type="checkbox"/> 高活动水平：大规模住宅建设、交通工程、水利工程建设、矿业工程等（0 分）	
7	巡线及泄漏检查	巡线频率		<input type="checkbox"/> 1 天 1 次巡查（25 分） <input type="checkbox"/> 2 天 1 次巡查（20 分） <input type="checkbox"/> 3 天 1 次巡查（15 分） <input type="checkbox"/> 4 天 1 次巡查（10 分） <input type="checkbox"/> 5 天 1 次巡查（5 分） <input type="checkbox"/> 大于 5 天 1 次巡查（0 分）	
		泄漏检查频率		<input type="checkbox"/> 1 周 1 次泄漏检查（25 分） <input type="checkbox"/> 1 月 1 次泄漏检查（20 分） <input type="checkbox"/> 1 季度 1 次泄漏检查（15 分） <input type="checkbox"/> 半年 1 次泄漏检查（10 分） <input type="checkbox"/> 1 年 1 次泄漏检查（5 分） <input type="checkbox"/> 大于 1 年 1 次泄漏检查（0 分）	
		巡线及泄漏检查效果系数		根据记录完整性、设备保障水平、人员技能（工作经验、培训情况等）等情况进行修正： <input type="checkbox"/> 优（1.0） <input type="checkbox"/> 良（0.8） <input type="checkbox"/> 中（0.5） <input type="checkbox"/> 差（0）	
8	公众教育	管道沿线的公众教育程度及燃气管道的安全宣传情况		<input type="checkbox"/> 好：公众教育程度高，宣传到位（10 分） <input type="checkbox"/> 一般：公众教育程度一般，或宣传少（5 分） <input type="checkbox"/> 差：公众教育程度差，或无宣传（0 分）	
9	政府保护态度	管道沿线政府对管道的保护态度		<input type="checkbox"/> 积极：建立了良好的协作保护机制（20 分） <input type="checkbox"/> 一般：与沿线政府很少来往（10 分） <input type="checkbox"/> 差：管道沿线经常发生纠纷、破坏管道等情况（0 分）	

表B.1 城镇燃气用聚乙烯管道失效可能性数据表（续）

管道名称					区段编号			
第二项 管道本体固有危害								
序号		指标名称			指标说明及评分			
10		管材质量	外观颜色		<input type="checkbox"/> 黄管或橙管（15 分） <input type="checkbox"/> 黑管或无法判定（10 分）			
			随机文件的完整性		<input type="checkbox"/> 资料齐全，可以确定材料（15 分） <input type="checkbox"/> 资料不齐全（包括出厂资料和监督检验证书缺失）、资料矛盾等，对材料有怀疑（10 分） <input type="checkbox"/> 无资料，不能确认管道材料（ 0 分）			
			管材历史泄漏系数		<input type="checkbox"/> 未发生过泄漏（1.0） <input type="checkbox"/> 本条管道或同批次材料在使用过程中发生过因材料原因造成的泄漏（0）			
			开挖验证系数		开挖后，根据管体表面质量情况进行修正： <input type="checkbox"/> 好（1.0） <input type="checkbox"/> 一般或未开挖（0.8） <input type="checkbox"/> 差（0.5）			
注：监督检验证书对2006年1月1日后生产的聚乙烯管有要求，对于2006年之前生产的聚乙烯管无要求。								
11		焊接质量	记录检查	焊工资质		<input type="checkbox"/> 焊工具备资质（5 分） <input type="checkbox"/> 焊工无资质（0 分）		
				焊接工艺评定		<input type="checkbox"/> 焊接工艺评定符合（15 分） <input type="checkbox"/> 焊接工艺评定不符合（0 分）		
				焊接施焊记录		<input type="checkbox"/> 焊接施焊记录完整、真实（50 分） <input type="checkbox"/> 焊接施焊记录不完整（20-40 分），得分：_____分 <input type="checkbox"/> 焊接施焊记录不真实或无记录（0 分）		
				焊接接头质量检测记录		<input type="checkbox"/> 焊接接头质量检测记录完整、真实（20 分） <input type="checkbox"/> 焊接接头质量检测记录不完整（10-15 分），得分：_____分 <input type="checkbox"/> 焊接接头质量检测记录不真实或无记录（0 分）		
			焊缝历史泄漏系数			<input type="checkbox"/> 历史泄漏次数为 0 次（1.0） <input type="checkbox"/> 历史泄漏次数为 1 次（0.5） <input type="checkbox"/> 历史泄漏次数大于 1 次（0.2）		
		开挖验证系数	<input type="checkbox"/> 未开挖或开挖处无焊缝（0.8） <input type="checkbox"/> 开挖后发现焊接方法选用错误（0）					
			热熔对接开挖验证系数	表面质量		<input type="checkbox"/> 好（10 分） <input type="checkbox"/> 一般（5 分） <input type="checkbox"/> 差（0 分）		
				焊环尺寸		<input type="checkbox"/> 标准范围（10 分） <input type="checkbox"/> 偏大或偏小（0 分）		
				焊环均匀度		<input type="checkbox"/> 好（10 分） <input type="checkbox"/> 一般（5 分） <input type="checkbox"/> 差（0 分）		

表B.1 城镇燃气用聚乙烯管道失效可能性数据表（续）

管道名称					区段编号			
第二项 管道本体固有危害								
序号	指标名称				指标说明及评分			
11	焊接质量	开挖验证系数	热熔对接	卷边中心高度 K 值	<input type="checkbox"/> 合格（10 分） <input type="checkbox"/> 不合格（0 分）			
			开挖验证	错边检查	<input type="checkbox"/> 合格（10 分） <input type="checkbox"/> 不合格（0 分）			
			系数	翻边切除检查	<input type="checkbox"/> 合格（15 分） <input type="checkbox"/> 不合格（0 分）			
				焊口编号	<input type="checkbox"/> 有效编号（5 分） <input type="checkbox"/> 无效编号（0 分）			
		电熔连接开挖验证系数	表面质量	<input type="checkbox"/> 好（10 分） <input type="checkbox"/> 一般（5 分） <input type="checkbox"/> 差（0 分）				
			安装标记线	<input type="checkbox"/> 有（10 分） <input type="checkbox"/> 无（0 分）				
			对正性	<input type="checkbox"/> 好（10 分） <input type="checkbox"/> 一般（5 分） <input type="checkbox"/> 差（0 分）				
			刮削痕迹	<input type="checkbox"/> 明显且沿端口圆周分布均匀（10 分） <input type="checkbox"/> 一般或沿端口圆周分布不均（5 分） <input type="checkbox"/> 无（0 分）				
			接缝处熔融物流出	<input type="checkbox"/> 合格（10 分） <input type="checkbox"/> 不合格（0 分）				
			管件观察孔检查	<input type="checkbox"/> 合格（15 分） <input type="checkbox"/> 不合格（0 分）				
			焊口编号	<input type="checkbox"/> 有效编号（5 分） <input type="checkbox"/> 无效编号（0 分）				
12	占压、净距情况				<input type="checkbox"/> 占压、净距符合规范或设计要求（10 分） <input type="checkbox"/> 占压、净距不符合规范或设计要求（0 分）			
13	运行安全裕量	运行安全裕量=设计压力/最大正常运行压力			设计压力_____MPa 最大正常运行压力_____MPa 计算运行安全裕量_____ <input type="checkbox"/> 运行安全裕量大于 2（10 分） <input type="checkbox"/> 运行安全裕量大于 1.5 小于或等于 2（7 分） <input type="checkbox"/> 运行安全裕量大于 1 小于或等于 1.5（5 分） <input type="checkbox"/> 运行安全裕量等于 1（2 分）			
14	设计系数	设计系数涉及参数			最小要求强度（MRS）_____MPa PE80 取 8.0 MPa，PE100 取 10.0 MPa 最大操作压力（MOP）_____MPa 以 20℃为参考工作温度 标准尺寸比（SDR）_____ <input type="checkbox"/> 天然气，最小要求设计系数 2.5 <input type="checkbox"/> 液化石油气（混空气），最小要求设计系数 4.0 <input type="checkbox"/> 液化石油气（气态），最小要求设计系数 6.0 <input type="checkbox"/> 人工煤气（干气），最小要求设计系数 4.0 <input type="checkbox"/> 人工煤气（其他），最小要求设计系数 6.0			
		设计系数 C			$C = 2 \times MRS / (MOP \times (SDR - 1))$ ，C=_____ <input type="checkbox"/> 大于最小要求设计系数（10 分） <input type="checkbox"/> 等于最小要求设计系数（5 分） <input type="checkbox"/> 小于最小要求设计系数（0 分）			

表B.1 城镇燃气用聚乙烯管道失效可能性数据表（续）

管道名称				区段编号	
第三项 与时间有关的危害					
序号	指标名称		指标说明及评分		
15	钢塑转换接头腐蚀		根据聚乙烯管与钢管连接处的检查情况： <input type="checkbox"/> 管件无腐蚀或不涉及（30 分） <input type="checkbox"/> 未开挖或开挖处无钢塑转换接头（20 分） <input type="checkbox"/> 管件表面轻微腐蚀（10 分） <input type="checkbox"/> 管件严重腐蚀（0 分）		
16	老化	管道外壁土壤温度	<input type="checkbox"/> 外壁土壤温度不高于设计温度（7 分） <input type="checkbox"/> 外壁土壤温度低于 40℃，但高于设计温度（3 分） <input type="checkbox"/> 外壁土壤温度高于 40℃（0 分）		
		污水腐蚀环境	<input type="checkbox"/> 无污水腐蚀环境（7 分） <input type="checkbox"/> 有污水腐蚀环境（0 分）		
		服役年限	<input type="checkbox"/> 服役年限不大于 25 年（6 分） <input type="checkbox"/> 服役年限大于 25 年，不大于 30 年或设计年限（4 分） <input type="checkbox"/> 服役年限大于 30 年或设计年限（0 分）		
第四项 误操作					
17	达到 MAOP 的可能		最大允许操作压力（MAOP）_____MPa <input type="checkbox"/> 不可能达到 MAOP（5 分） <input type="checkbox"/> 可能达到 MAOP（0 分）		
18	安全连锁保护装置		<input type="checkbox"/> 安全连锁保护装置完好（5 分） <input type="checkbox"/> 安全连锁保护装置未检测完好性（2 分） <input type="checkbox"/> 安全连锁保护装置失效或未设置（0 分）		
19	规程和作业文件		<input type="checkbox"/> 完善（5 分） <input type="checkbox"/> 有但不完善（2 分） <input type="checkbox"/> 无（0 分）		
20	员工及 管理层 培训	员工培训	<input type="checkbox"/> 有员工培训，有上岗证或工作 3 年以上（2.5 分） <input type="checkbox"/> 无上岗证且工作 3 年以下（0 分）		
		管理层培训	<input type="checkbox"/> 有管理人员培训，落实安全责任制（2.5 分） <input type="checkbox"/> 无管理人员培训，或未落实安全责任制（0 分）		
21	健康检查		<input type="checkbox"/> 有 1 年内员工体检证明（5 分） <input type="checkbox"/> 无 1 年内员工体检证明（0 分）		
第五项 服役环境					
22	地形地貌		<input type="checkbox"/> 住宅小区（7 分） <input type="checkbox"/> 市政道路、公路（5 分） <input type="checkbox"/> 村镇、郊区等（3 分）		

表B.1 城镇燃气用聚乙烯管道失效可能性数据表（续）

管道名称		区段编号	
第五项 服役环境			
序号	指标名称	指标说明及评分	
23	管道敷设方式	<input type="checkbox"/> 无特殊敷设（6分） <input type="checkbox"/> 穿越（3分） <input type="checkbox"/> 爬坡、切坡、沙土区、季节性河流等特殊敷设（0分）	
24	灾害风险识别及灾害预案情况	<input type="checkbox"/> 使用单位经识别，无发生滑坡、泥石流、沉降等地质灾害的可能性，或可能性小并有相应灾害预案（6分） <input type="checkbox"/> 使用单位经识别，发生滑坡、泥石流、沉降等地质灾害的可能性较大，有相应灾害预案（4分） <input type="checkbox"/> 存在滑坡、泥石流、沉降等地质灾害历史，有相应灾害预案（2分） <input type="checkbox"/> 未经识别或存在地质灾害的可能性而无灾害预案（0分）	
25	深根植物分布	<input type="checkbox"/> 管道两侧 0.75m 范围内无深根植物（3分） <input type="checkbox"/> 管道两侧 0.75m 范围内有深根植物（0分）	
26	生物侵蚀	<input type="checkbox"/> 存在白蚁、老鼠等生物侵蚀可能性较小（3分） <input type="checkbox"/> 存在白蚁、老鼠等生物侵蚀可能性较大（1分） <input type="checkbox"/> 有生物侵蚀（0分）	
第六项 安全管理系数			
27	安全管理系数	<input type="checkbox"/> 使用单位对燃气管道安全生产标准化工作情况开展自主评定或由第三方单位进行评审，并将评分换算成百分制后的最新数据：_____分 安全管理系数_____	
		<input type="checkbox"/> 未进行评审（0.7）	

评价人员：

时 间： 年 月 日

B.2 失效后果数据表

城镇燃气用聚乙烯管道失效后果数据见表B.2。

表B.2 城镇燃气用聚乙烯管道失效后果数据表

管道名称		区段编号
序号	指标名称	指标说明及评分
1	泄漏量	大气压力 P_0 _____ Pa 运行压力 P_1 _____ Pa 泄漏面积（管道截面面积） A _____ m^2 泄漏时间 t 取 1800s（即 30min） <input type="checkbox"/> 运行压力 P_1 大于或等于 0.18 MPa 时，泄漏量 $Q=0.0017 \times A \times P_1 \times t$ <input type="checkbox"/> 运行压力 P_1 小于 0.18 MPa 时，泄漏量 $Q=0.0075 \times A \times P_1 \times t \times \sqrt{\left(\frac{P_1}{P_0}\right)^{1.54} \times \left[1 - \left(\frac{P_1}{P_0}\right)^{0.23}\right]}$ 泄漏量按以下评分： <input type="checkbox"/> 泄漏量小于或等于 5000 m^3 （10 分） <input type="checkbox"/> 泄漏量大于 5000 m^3 且小于或等于 50000 m^3 （8 分） <input type="checkbox"/> 泄漏量大于 50000 m^3 （6 分）
2	人口密度	<input type="checkbox"/> 人员活动频率较低区域（10 分） <input type="checkbox"/> 人员活动频率较高区域（8 分） <input type="checkbox"/> 特殊区域，如商业中心、学校、医院、军事设施、国家文物保护区、铁路、机场、高速公路等（6 分）
3	扩散系数	<input type="checkbox"/> 扩散到致密性覆盖层（1.0） <input type="checkbox"/> 扩散到孔隙性覆盖层（0.8）

评价人员：
时 间： 年 月 日

附录 C (资料性附录)

城镇燃气用聚乙烯管道风险减缓措施

C.1 总则

C.1.1 风险评价人员根据风险评价过程中识别的风险源，结合管道风险等级提出风险减缓措施的基本建议，且所提建议应不低于使用单位现行安全生产管理制度的相关要求。

C.1.2 使用单位应充分考虑现有检验检测技术及行业认知的限制，积极采用更多样的手段（如探索相关新技术新方法、分析总结失效案例等），更全面的识别风险源，寻求并实施更有效的风险减缓措施。

C.1.3 使用单位在管道使用过程中，应根据管道运行状况、服役环境变化等情况，及时进行风险再评价，更新风险减缓措施，将管道运行风险控制在接受范围内。

C.2 第三方破坏

C.2.1 埋深

C.2.1.1 按A.2.1.1评分结果为3分~8分时，至少应采取以下风险减缓措施：

- a) 高风险区段：巡线频次不少于1次/天，泄漏检查不少于1次/周；
- b) 中高风险区段：巡线频次不少于1次/天，泄漏检查不少于1次/15天；
- c) 中风险区段：巡线频次不少于1次/2天，泄漏检查不少于1次/月；
- d) 中低风险区段：巡线频次不少于1次/2天，泄漏检查不少于1次/季度；
- e) 低风险区段：加强巡线管理，泄漏检查不少于1次/半年。

C.2.1.2 按A.2.1.1评分结果小于3分的，至少应采取以下风险减缓措施：

- a) 高风险区段：巡线频次不少于1次/天，并在适宜位置打泄漏检查孔，泄漏检查不少于1次/周；
- b) 中高风险区段：巡线频次不少于1次/天，并在适宜位置打泄漏检查孔，泄漏检查不少于1次/15天；
- c) 中风险区段：巡线频次不少于1次/2天，并在适宜位置打泄漏检查孔，泄漏检查不少于1次/月；
- d) 中低风险区段：巡线频次不少于1次/2天，并在适宜位置打泄漏检查孔，泄漏检查不少于1次/季度；
- e) 低风险区段：加强巡线管理，并在适宜位置打泄漏检查孔，泄漏检查不少于1次/半年。

C.2.1.3 使用单位也可采取以下减缓措施：

- a) 择机回填至规定埋深；
- b) 在不影响管道结构完整性的前提下下沉区段
- c) 采取其他相应保护措施（支撑墙、套管、砼护板、盖板等）。

C.2.2 回填质量

C.2.2.1 对于重载或存在明显地面塌陷路段且按A.2.1.2评分结果为3分~8分时，至少应采取以下风险减缓措施：

- a) 高风险区段：巡线频次不少于1次/天，泄漏检查不少于1次/周；

- b) 中高风险区段：巡线频次不少于1次/天，泄漏检查不少于1次/15天；
- c) 中风险区段：巡线频次不少于1次/2天，泄漏检查不少于1次/月；
- d) 中低风险区段：巡线频次不少于1次/2天，泄漏检查不少于1次/季度；
- e) 低风险区段：加强巡线管理，泄漏检查不少于1次/半年。

C.2.2.2 对于重载或存在明显地面塌陷路段且按A.2.1.2评分结果小于3分时，至少应采取以下风险减缓措施：

- a) 高风险区段：巡线频次不少于1次/天，并在适宜位置打泄漏检查孔，泄漏检查不少于1次/周；
- b) 中高风险区段：巡线频次不少于1次/天，并在适宜位置打泄漏检查孔，泄漏检查不少于1次/15天；
- c) 中风险区段：巡线频次不少于1次/2天，并在适宜位置打泄漏检查孔，泄漏检查不少于1次/月；
- d) 中低风险区段：巡线频次不少于1次/2天，并在适宜位置打泄漏检查孔，泄漏检查不少于1次/季度；
- e) 低风险区段：加强巡线管理，并在适宜位置打泄漏检查孔，泄漏检查不少于1次/半年。

C.2.2.3 使用单位也可采取择机更换沙土、重新回填等保护措施。

C.2.3 地面标志

C.2.3.1 按A.2.1.3评分结果为30分时，使用单位应持续跟进地面标志的后期维护工作。

C.2.3.2 按A.2.1.3评分结果为10分~20分时，使用单位可采取以下风险减缓措施：

- a) 管道地理位置信息明确时，修正错误标志、恢复缺失、磨损标志；
- b) 管道地理位置信息不明时，可采取管道定位仪或专业勘探等方式，明确管道地理位置信息，修正错误标志、恢复缺失、磨损标志。

C.2.3.3 按A.2.1.3评分结果为0分时，使用单位可采取管道定位仪或专业勘探等方式，明确管道地理位置信息，恢复地面标志。

C.2.4 管道定位

使用单位可采取专业勘探等方式，明确管道本体地理位置信息及与其他管道或管沟的位置信息。

C.2.5 应急预案及演练

C.2.5.1 按A.2.1.5评分结果为20分时，使用单位应定期修订并完善应急预案，按期开展应急演练。

C.2.5.2 按A.2.1.5评分结果为10分时，使用单位应进一步健全、完善应急预案，在相应政府管理部门报备，加强应急演练。

C.2.5.3 按A.2.1.5评分结果为0分时，使用单位必须建立应急预案并在相关政府管理部门报备，及时修订，按期开展应急演练。

C.2.6 管道上方活动水平

C.2.6.1 按A.2.1.6评分结果为50分时，使用单位应继续落实巡线制度，持续关注管道上方活动水平。

C.2.6.2 按A.2.1.6评分结果小于50分时，使用单位至少应采取以下风险减缓措施：

- a) 及时告知施工方燃气管道埋设情况和路由走向，共同制定并严格执行燃气管道保护方案；
- b) 加强施工区域的巡查监护工作。

C.2.7 巡线及泄漏检查

C.2.7.1 按A.2.1.7评分结果为50分时，使用单位应继续做好管道巡线和定期泄漏检查工作。

C.2.7.2 按A.2.1.7评分结果小于50分时，使用单位应进一步健全管道的运行维护制度，落实巡线和泄漏检查工作，加强人员培训和设备保障水平，提升巡线、泄漏检查的有效性。

C.2.8 公众教育

C.2.8.1 按A.2.1.8评分结果为10分时，使用单位应继续做好燃气管道的安全宣传工作。

C.2.8.2 按A.2.1.8评分结果小于10分时，使用单位应加强燃气管道安全宣传。

C.2.9 政府保护态度

C.2.9.1 按A.2.1.9评分结果为20分时，使用单位应继续保持与政府相关职能部门的联系与沟通，持续落实协作保护机制。

C.2.9.2 按A.2.1.9评分结果小于20分时，使用单位应加强与政府相关职能部门的沟通，建立良好的协作保护机制。

C.3 管道本体固有危害

C.3.1 管材质量

C.3.1.1 资料审查不能确认材料、规格，但标识齐全，应按照标识确定的材料（标识不一致时按照级别最低的考虑）、规格的允许工作压力乘以安全系数0.9后确定工作压力，但不应高于设计文件确定的工作压力。

C.3.1.2 资料审查不能确认材料、规格，开挖后仅见黄线或橙线标识的，在以下两种措施中选择一种：

- a) 限定管道最大允许工作压力为 0.27 MPa（温度折减系数另考虑），但不应高于设计文件确定的工作压力；
- b) 断管分析，按照实验室确定的材料、规格的允许工作压力乘以安全系数 0.9 后确定工作压力，但不应高于设计文件确定的工作压力。

C.3.1.3 因管材质量原因发生过泄漏的：

- a) 高风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/周；
- b) 中高风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/15 天；
- c) 中风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/月；
- d) 中低风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/季度；
- e) 低风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/半年。

C.3.1.4 管体无任何燃气标识的应停止使用。

C.3.2 焊接质量

C.3.2.1 按A.2.2.2评分结果大于30分小于或等于60分的管道：

- a) 高风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/周；
- b) 中高风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/15 天；
- c) 中风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/月；
- d) 中低风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/季度；
- e) 低风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/半年。

C.3.2.2 按A.2.2.2评分结果小于或等于30分的管道：

- a) 高风险区段：在适宜位置打泄漏检查孔，泄漏检查应不少于 1 次/周；
- b) 中高风险区段：在适宜位置打泄漏检查孔，泄漏检查应不少于 1 次/15 天；

- c) 中风险区段：在适宜位置打泄漏检查孔，泄漏检查应不少于 1 次/月；
- d) 中低风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/季度；
- e) 低风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/半年。

C.3.2.3 在上次检验周期内因焊接质量原因发生过一次及一次以上泄漏的，使用单位至少应采取与高风险区段相同的风险减缓措施或采取耐压试验等更有效的检查方式。

C.3.3 占压、净距情况

C.3.3.1 占压情况

使用单位应及时上报地方政府，并择机拆除相关建（构）筑物或对管道进行改线。

C.3.3.2 净距不足

C.3.3.2.1 可能有人员活动的建筑物：使用单位应及时上报地方政府，并择机拆除相关建筑物或对管道进行改线。

C.3.3.2.2 其他情况：使用单位对管道安全影响情况进行评估，根据评估结果采取相应处理措施。

C.3.4 设计系数

按A.2.2.5评分结果为0分时，应重新委托具有相应资质的设计单位进行校核。

C.4 与时间有关的危害

C.4.1 钢塑转换接头腐蚀

C.4.1.1 按A.2.3.1评分结果为10分时，应在该管道所有钢塑转换接头附近打泄漏检查孔，且：

- a) 高风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/周；
- b) 中高风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/15 天；
- c) 中风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/月；
- d) 中低风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/季度；
- e) 低风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/半年。

C.4.1.2 按A.2.3.1评分结果为0分时，使用单位应更换钢塑转换接头。

C.4.2 老化

C.4.2.1 管道使用年限超过30年（或设计年限）或存在长期超温运行等情况，应作为特殊情况进行材质合于使用评价。

C.4.2.2 经材质合于使用评价的区段，以及可能存在污水腐蚀环境的区段：

- a) 高风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/周；
- b) 中高风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/15 天；
- c) 中风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/月；
- d) 中低风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/季度；
- e) 低风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/半年。

C.4.2.3 外壁土壤温度：

- a) 高于 40 ℃的区段，应进行修理改造；
- b) 低于 40 ℃，但高于设计温度的区段，应按照实际温度限制管道运行压力或进行修理改造。

C.5 误操作

C.5.1 达到MAOP的可能

按A.2.4.1评分结果为0分时，应制订有针对性的应急方案，并按期演练。

C.5.2 安全连锁保护装置

C.5.2.1 按A.2.4.2评分结果为2分~5分时，使用单位应定期对安全连锁保护装置进行检测。

C.5.2.2 按A.2.4.2评分结果为0分时，使用单位应：

- a) 设置或修复安全连锁保护装置并定期对其性能进行检测；
- b) 对相关作业人员进行技能培训，应能正确操作安全连锁保护装置。

C.5.3 规程和作业文件

C.5.3.1 按A.2.4.3评分结果为5分时，使用单位应继续严格执行相关规程和作业文件。

C.5.3.2 按A.2.4.3评分结果为2分时，使用单位应进一步完善、定期修订并严格执行相关规程和作业文件。

C.5.3.3 按A.2.4.3评分结果为0分时，使用单位应制定并严格执行相关规程和作业文件。

C.5.4 员工及管理层培训

C.5.4.1 按A.2.4.4评分结果为5分时，使用单位应继续进行人员定期培训，落实安全责任制。

C.5.4.2 按A.2.4.4评分结果小于或等于2.5分时，使用单位应加强人员培训。

C.5.5 健康检查

C.5.5.1 按A.2.4.5评分结果为5分时，使用单位应继续保持员工定期体检制度。

C.5.5.2 按A.2.4.5评分结果为0分时，使用单位应定期组织员工进行体检。

C.6 服役环境

C.6.1 灾害风险识别及灾害预案情况

C.6.1.1 当管道敷设区域有滑坡、泥石流、沉降等地质灾害可能性且按A.2.5.3评分结果为2分~6分时，使用单位应定期对灾害预案进行完善与修订。

C.6.1.2 按A.2.5.3评分结果为0分时，使用单位应对地质灾害进行专业识别，制定相应灾害预案。

C.6.2 深根植物分布

按A.2.5.4评分结果小于3分时：

- a) 高风险区段：泄漏检查应不少于1次/月；
- b) 中高风险区段：泄漏检查应不少于1次/季度；
- c) 中风险区段：泄漏检查应不少于1次/半年；
- d) 中低风险区段及低风险区段：泄漏检查应不少于1次/年。

C.6.3 生物侵蚀

按A.2.5.5评分结果小于或等于1分时：

- a) 高风险区段：泄漏检查应不少于1次/月；

- b) 中高风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/季度；
- c) 中风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/半年；
- d) 中低风险区段及低风险区段：泄漏检查应不少于 1 次/年。

C.7 安全管理系数

C.7.1 若未进行评审，建议使用单位加强安全管理，完善质量控制体系，对燃气管道安全生产标准化工作情况进行自评或评审。

C.7.2 若已进行自评或评审，建议使用单位根据评审结果进一步完善相关管理制度并持续改进，全面提升安全管理水平。
